

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Jorge Dubal Martins

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BASE DE DADOS E DE
INDICADORES PARA PROJETOS DE PESQUISA EM REDE COM
RUMINANTES**

Santa Maria, RS
2016

Jorge Dubal Martins

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BASE DE DADOS E DE INDICADORES PARA
PROJETOS DE PESQUISA EM REDE COM RUMINANTES**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia.**

Orientador: Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Martins, Jorge Dubal
DESENVOLVIMENTO DE UMA BASE DE DADOS E DE INDICADORES
PARA PROJETOS DE PESQUISA EM REDE COM RUMINANTES / Jorge
Dubal Martins.-2016.
42 p. ; 30cm

Orientador: Fernando Luiz Ferreira de Quadros
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Armazenamento e acesso de dados 2. Indicadores de
sustentabilidade 3. Método MESMIS I. Quadros, Fernando
Luiz Ferreira de II. Título.

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Jorge Dubal Martins. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.


Fone: (0xx) 55 99773550; e-mail: jorge-martins@fepagro.rs.gov.br

Jorge Dubal Martins

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BASE DE DADOS E DE INDICADORES PARA
PROJETOS DE PESQUISA EM REDE COM RUMINANTES**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia.**

Aprovado em 29 de fevereiro de 2016:

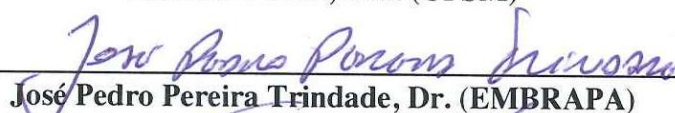


Fernando Luiz Ferreira de Quadros, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

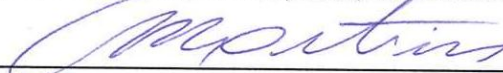


Vicente Celestino Pires Silveira, Dr. (UFSM)

Luciana Pötter, Dra. (UFSM)



José Pedro Pereira Trindade, Dr. (EMBRAPA)



Carlos Eduardo Nogueira Martins, Dr. (IFCATARINENSE - ARAQUARI)

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do doutorado.

Ao professor Fernando Luiz Ferreira de Quadros, pela orientação segura na elaboração dessa tese e, principalmente, por ter visão e coragem ao propor o desenvolvimento de uma base de dados sobre os projetos de pesquisa com ruminantes, fato que poderá resultar numa ferramenta útil aos pesquisadores da área e facilitar avanços no setor.

Aos amigos e colegas do LEPAN.

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) por permitir-me cursar este doutorado.

Ao Departamento de zootecnia da UFSM por disponibilizar a estrutura necessária para execução do projeto.

À EMBRAPA pela bolsa de estudos.

À minha família, que foi fundamental durante todo o período de estudos.

RESUMO

DESENVOLVIMENTO DE UMA BASE DE DADOS E DE INDICADORES PARA PROJETOS DE PESQUISA EM REDE COM RUMINANTES

AUTOR: Jorge Dubal Martins

ORIENTADOR: Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Esta tese tem o objetivo de descrever a estrutura e as principais características do PampaDB, um sistema computacional associado a uma base de dados para projetos de pesquisa em rede sobre sistemas de produção de ruminantes. A informação armazenada está estruturada da seguinte forma: num nível mais elevado tem-se a fonte de dados, que é a unidade básica de trabalho do sistema e que reúne metadados sobre o projeto de pesquisa ou um levantamento ou uma unidade de produção agropecuária. A fonte de dados é composta de um ou mais dos seguintes componentes: agroecossistema, sistema de manejo de recursos naturais, animal, pasto, solo, alimento e local. Para cada componente é possível armazenar eventos ou observações. A partir dos dados inseridos na base de dados, diferentes indicadores são calculados e apresentados na forma de tabelas e gráficos. O módulo de consulta é de livre acesso e permite a busca com base em palavras-chave, períodos de tempo e fontes de dados. O PampaDB funciona sobre a arquitetura cliente-servidor, com os dados armazenados no servidor e o acesso sendo feito através da internet.

Palavras-chave: Armazenamento e acesso de dados. Indicadores de sustentabilidade. Método MESMIS.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A DATABASE AND INDICATORS FOR RESEARCH PROJECTS IN NETWORK WITH RUMINANTS

AUTHOR: Jorge Dubal Martins

ADVISOR: Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros

This thesis aims to describe the structure and the main features of PampaDB, a computer system associated with a database for network research projects on ruminant production systems. The stored information is structured as follows: a higher level has the data source, which is the basic unit of system work and that gathers metadata about the research project or a survey or an agricultural production unit. The data source is comprised of one or more of the following components: agroecosystem, management system resource, animal, pasture, soil, food and location. Each component can store events or observations. From the data entered in the database, different indicators are calculated and presented in tables and graphs. The query module is free to access and allows you to search based on keywords, time periods and data sources. The PampaDB works on client-server architecture, with the data stored on the server and access being done over the internet.

Keywords: Data access and source. MESMIS system. Sustainability indicators.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	SISTEMAS COMPLEXOS NATURAIS.....	11
2.1.1	O método MESMIS	12
2.2	BANCO DE DADOS	15
3	HIPÓTESES	18
4	OBJETIVOS	19
4.1	OBJETIVO GERAL.....	19
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5	ESTRATÉGIA DE ESTUDO	20
6	PampaDB – BASE DE DADOS	21
6.1	INTRODUÇÃO.....	21
6.2	METODOLOGIA.....	21
6.2.1	Especificação do modelo conceitual de dados	22
6.2.2	Mapeamento do modelo conceitual para o modelo relacional e a implementação do banco de dados	27
6.3	CONCLUSÕES	28
7	PampaDB – SISTEMA WEB	29
7.1	INTRODUÇÃO.....	29
7.2	METODOLOGIA.....	29
7.2.1	Funcionamento do sistema	30
7.3	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	39
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho efetivo do mundo, com mais de 200 milhões de cabeças. Condições favoráveis de clima e a extensão territorial do país contribuem para esse resultado, uma vez que permitem a criação da maioria dos bovinos em pastagens. Sobre esse rebanho operam dois segmentos bastante lucrativos, as cadeias produtivas da carne e do leite. O Valor Bruto da Produção agropecuária (VBP) mostra a evolução do desempenho da agropecuária ao longo do ano e corresponde ao faturamento bruto dentro do estabelecimento. Estima-se que, em 2015, o VBP da pecuária brasileira totalizou 184,59 bilhões de reais. Desse valor, 38 % couberam à produção de bovinos e 15 % à produção de leite (BRASIL, 2015). O VBP e a presença da atividade em todos os estados brasileiros mostram a importância econômica e social da bovinocultura.

Manter esses segmentos competitivos, nas diversas regiões do Brasil, tem sido o objetivo principal de muitas instituições de pesquisa e universidades, tanto em âmbito regional como nacional. Mesmo que os sistemas de produção não sejam idênticos por todo o país, soluções encontradas numa região podem ser usadas ou adaptadas para o uso em outras regiões. Embora todos esses institutos busquem a caracterização do setor e, posteriormente, a construção de alternativas sustentáveis, suas ações não são realizadas de forma integrada e seus resultados nem sempre são compartilhados de forma ágil e de fácil acesso, tanto para outros pesquisadores como para o público em geral (BORBA, 2002; BRUM et al., 2007 e CASTILHOS et al., 2009). Esse comportamento resulta, na maioria das vezes, no desperdício de tempo, esforço, dinheiro e, principalmente, de informação (SCUDELLER e MARTINS, 2003).

A formação de uma rede de pesquisas, que integre os esforços já empreendidos pelas instituições aparece como uma atitude sensata e que permitiria ampliar o escopo de informações coletadas visando à construção de indicadores locais do desenvolvimento socioeconômico e ambiental dos sistemas de produção. Tomada essa decisão, é necessário que se pense em como reunir e manipular todo esse novo volume de informação que se apresentará. A solução mais natural e que tem sido usada em diversas áreas é a criação de um banco de dados específico para armazenar e gerenciar os dados gerados nos projetos de pesquisa em rede, o qual traria vantagens como: padronizar, estruturar logicamente, evitar ou eliminar sobreposição de esforços, reduzir os custos e também promover a oportunidade para que cientistas de outras regiões e até de áreas diversas compartilhassem os dados de suas pesquisas, aumentando o escopo de informações coletadas e contribuindo para o avanço do

setor. E, por último, mas não menos importante, é a construção de um sistema computacional que possa transformar esses dados coletados em informação útil e prontamente disponível aos pesquisadores, órgãos governamentais e ao produtor rural.

Assim, esta tese tem como objetivo descrever a estrutura e as principais características do PampaDB, um sistema computacional com uma base de dados associada e capaz de gerar indicadores para os projetos de pesquisa em rede sobre sistemas de produção de ruminantes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMAS COMPLEXOS NATURAIS

A demanda cada vez maior por alimentos e energia, associada à necessidade de conservação da biodiversidade dos ecossistemas e à disponibilidade limitada de terras para a expansão da área cultivada, tem exigido ações integradas de pesquisa com enfoque interdisciplinar e sistêmico, buscando o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos sistemas de produção. Para tanto, o correto entendimento do conceito de sistema é o requisito básico ao se pesquisar realidades cada vez mais dinâmicas e complexas (ALVES & SILVEIRA, 2008), as quais, por sua vez, necessitam de instrumentos de análise capazes de abordar uma gama de aspectos (socioeconômicos e ecológicos), informações e suas inter-relações, onde os fenômenos devem ser estudados dentro de um contexto e não de forma isolada e separada. Ou seja, a metodologia sistêmica baseia-se na análise do processo de organização de cada elemento e nas inter-relações entre eles, demonstrando que a ideia do todo passa pela riqueza das interconexões e das interfaces entre os elementos, e não do número de elementos, não sendo um mero agregado, amontoado ou soma de partes (SILVEIRA, 2002).

A teoria geral dos sistemas tem sido usada como suporte para o desenvolvimento de teorias e conceitos nas mais diversas áreas, como: neurociências, meteorologia, física, informática, economia, biologia molecular, na predição de eventos naturais como terremotos, maremotos, furacões, tremores de terra e, também, na agricultura. Os sistemas complexos naturais são modelados utilizando-se técnicas matemáticas dinâmicas que incluem equações diferenciais. Isso implica em resultados distintos das retas lineares, saídas dos sistemas de mesmo nome, nas quais os efeitos são diretamente proporcionais às causas que os geraram. Ao contrário, nos sistemas dinâmicos, as mudanças resultarão em respostas de diferentes magnitudes associadas ao número de relações dos elementos constitutivos, considerando o fator tempo e sua memória: os estados prévios influenciam nos estados atuais (BERTALANFFY, 1975; SILVEIRA, 1999).

O desenvolvimento de modelos de simulação para uso em sistemas agropecuários foi descrito por Jones et al. (1997). Na década de 1950, a análise se concentrava no orçamento das propriedades. O início da década de 1960 contou com o surgimento da programação linear, com mudanças na orientação dos modelos para a minimização de custos e a maximização de recursos. Neste caso, assumia-se que o objetivo principal do produtor estava situado no âmbito econômico. Nos anos 1980, os enfoques das simulações permitiam estudar

melhor as interações dos diferentes componentes dos sistemas de produção através de híbridos de programação linear. Os estudos mais recentes destacam que os pesquisadores assumem a premissa de que as características sociais devem ser incorporadas às tomadas de decisão (SILVEIRA, 2002).

Em concordância com esta premissa, Silveira (1999) descreve os sistemas de produção agropecuários como sendo resultantes da integração de quatro fatores: o humano, o animal, o vegetal e o cultural. No caso do Rio Grande do Sul, os animais estariam representados por bovinos e ovinos, e as pastagens seriam naturais ou implantadas em associação (ou não) com as culturas de verão, de sequeiro ou irrigadas, e de inverno, combinados com os fatores socioculturais do gaúcho.

Isso determinaria sistemas (ou cenários) de produção particulares. Partindo-se da ideia de que incrementos sustentáveis de produtividade e competitividade necessitam de informações atualizadas, o processo global de tomada de decisões pelo produtor rural seria facilitado se fossem simuladas alternativas compatíveis com a real situação desses produtores rurais. Este é o propósito do modelo Pampa Corte (SILVEIRA, 2002), o qual, a partir da interação com submodelos adaptados da literatura, procura simular o desenvolvimento corporal de bovinos de corte, que combinados com os fatores inerentes aos sistemas de produção agropecuários, resultariam em cenários bioeconômicos alternativos (TREVISAN et al., 2009). Portanto, haveria uma redução na distância entre a geração das pesquisas, normalmente realizadas sob uma ótica quantitativa, e a sua extensão ao meio rural, o que requer classificação e análises rápidas. Neste contexto, é necessário considerar que o alto nível de imprevisibilidade inerente aos sistemas de produção pastoris (variáveis físicas, ambientais e sociais) implica que o manejo nestes sistemas deva ser adaptativo e flexível o suficiente para considerar a dinâmica e as relações entre os elementos do mesmo.

Entretanto, problemas dos bancos de dados na utilização dos modelos nas mais diferentes escalas persistem. Herrero et. al. (2007) afirmam que embora esforços tenham sido realizados para estabelecer padrões na formação de bancos de dados para os componentes dos sistemas (animais, culturas, solos) pouco tem sido feito em nível sistêmico.

2.1.1 O método MESMIS

No atual contexto, onde os problemas ambientais já fazem parte das agendas econômicas de negociações de todas as nações, cresce o interesse por práticas agrícolas que

considerem a importância da relação da agricultura com o meio ambiente. Especialmente aquelas que buscam a sustentabilidade dos sistemas de produção.

O Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade, ou seu acrônimo em espanhol, MESMIS, é uma estrutura metodológica criada para ajudar a avaliar a sustentabilidade considerando a integralidade dos sistemas de manejo formados a partir das interações entre os processos ambiental, social e econômico (LOPEZ-RIDAURA et al., 2002). Foi criado no México, como um método alternativo para avaliar a sustentabilidade de sistemas campestres, os quais apresentam elevada diversidade de atividades e tem sua base na utilização rotineira dos recursos renováveis. O MESMIS tem se mostrado mais adequado por valorar atributos de outras dimensões que não somente o resultado econômico de curto prazo (relação benefício/custo). No Brasil, estudos já foram feitos utilizando-se desta metodologia (NICOLOSO et al., 2015).

O método tem como objetivo principal avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas de manejo de recursos naturais (SMRN) numa escala local (parcela, unidade produtiva ou comunidade) a partir de quatro premissas metodológicas básicas, que são (LOPEZ-RIDAURA et al., 2002):

- a) A sustentabilidade de um SMRN é definida por sete atributos sistêmicos gerais. Produtividade - que é a capacidade do SMRN em produzir bens e serviços em um determinado período de tempo. Estabilidade, confiabilidade e resiliência - que dizem respeito à capacidade do SMRN em manter a produtividade ao longo do tempo em uma situação não decrescente e retornar aos níveis normais após sofrer perturbações. Adaptabilidade - indica que o SMRN pode encontrar uma nova condição de equilíbrio após uma situação adversa e duradoura. Equidade - apresenta-se como a distribuição justa dos benefícios e custos resultantes do manejo dos recursos naturais, e Autogestão - que é a capacidade do SMRN de regular e controlar suas relações com o exterior;
- b) A mensuração da sustentabilidade está limitada ao contexto e restrita a uma escala espacial e temporal específicas;
- c) A sua avaliação é um processo participativo, requerendo uma equipe de avaliadores (internos e externos aos sistemas) com visão multidisciplinar;
- d) A sustentabilidade não é mensurada *per se*, mas posta em termos relativos quando são comparados dois ou mais SMRN (avaliação cruzada) ou sobre o mesmo SMRN através do tempo (avaliação longitudinal).

A avaliação da sustentabilidade se dá num processo cíclico de seis etapas, que são:

Etapa 1 - A definição do sistema em análise e qual o seu contexto. Aqui, de forma completa, devem constar aspectos como localização geográfica (local, região, município e comunidade), seus limites e a escala temporal de análise (período de tempo). A descrição do SMRN deve se dar em nível de componente (clima, relevo, vegetação natural, solo, sistema de cultivo e sistema de criação, fontes de água, áreas de floresta, área disponível, entre outros). A entrada de insumos e a venda de produtos devem ser registradas e, também, as práticas de manejo. É importante que se faça referência à composição familiar, à forma como se dá a tomada de decisão e à participação em associações (DEPONTI et al., 2002).

Etapas 2 e 3 - A identificação dos pontos críticos e critérios de diagnóstico da sustentabilidade, os quais devem estar relacionados com as dimensões de avaliação (ambiental, social e econômica) e os pontos fracos e fortes do sistema em estudo. Algumas perguntas ajudam a encontrar os pontos críticos do sistema, como: O que faz este sistema vulnerável? Ou, que problemas estão presentes? Os critérios de diagnóstico da sustentabilidade servem de ligação entre os atributos de um sistema sustentável, os pontos críticos e os indicadores, de forma que estes permitam avaliar a sustentabilidade do sistema em estudo.

Etapa 4 - Derivar e medir os indicadores de sustentabilidade durante a avaliação e compará-los com valores ótimos. Deponti et al. (2002) conceituam indicador como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema ao longo do tempo. Os indicadores usados no processo de avaliação são específicos para o sistema que está sendo analisado e devem possuir algumas características desejáveis, como: serem de fácil mensuração, permitirem o seu monitoramento e fornecerem informação clara e de fácil entendimento.

Etapa 5 - Fazer a integração dos resultados usando ferramentas de análise e gráficos.

Etapa 6 - Faz-se uma recapitulação dos resultados da análise e busca-se compreender como os sistemas (alternativo e de referência) comportam-se com relação à sustentabilidade. A seguir, deve-se discutir que elementos inibem ou incrementam a sustentabilidade do sistema alternativo frente ao sistema de referência. E, por último, os avaliadores devem propor recomendações para a melhoria do sistema. Tão logo as recomendações oriundas do processo de avaliação sejam aplicadas, um segundo estágio é iniciado, repetindo-se o ciclo. Este procedimento assegura uma relação consistente entre indicadores de sustentabilidade e os atributos gerais.

2.2 BANCO DE DADOS

A pesquisa ecológica está evoluindo rapidamente e cada vez mais fazendo uso de diversas fontes de dados para responder aos problemas que se apresentam. Descobrir, integrar e analisar uma grande quantidade de dados heterogêneos tem se tornado um ponto central para os pesquisadores enfrentarem questões complexas em escalas que vão do gene até a biosfera (MICHENER e JONES, 2012).

Situações onde o pesquisador desenvolve um banco de dados, normalmente fazendo uso de planilhas eletrônicas para dar suporte a um projeto de pesquisa em andamento, são comuns. Nessas planilhas estão armazenadas informações relevantes ao problema em questão, mas outras não são armazenadas por não terem utilidade imediata. Informações sobre como os dados foram coletados, os métodos utilizados, o período de tempo e a localização geográfica, para citar algumas, são mais raras, justamente porque o pesquisador acredita que os dados são mais importantes do que o contexto. Esse comportamento impede que a base de dados venha a ser utilizada num enfoque diferente do inicialmente proposto, reduzindo sua possibilidade de uso futuro (SCUDELLER e MARTINS, 2003).

Para compartilhar dados, é necessário que os mesmos estejam acompanhados da sua descrição completa, ou seja, dos metadados. Metadados são dados sobre dados. Apresentam uma documentação em um nível mais elevado sobre o conteúdo, o contexto, a qualidade, a estrutura e a acessibilidade de um conjunto de dados específico (MICHENER et al., 1997; SCUDELLER e MARTINS, 2003).

O esforço que se faz na criação de um banco de dados para armazenar dados e metadados pode parecer, inicialmente, pouco atraente ao pesquisador. Entretanto, quanto maior for o potencial de reuso do dado, mais ágil ficará a utilização do banco de dados (MICHENER et al., 1997). Para Maxted et al. (1993 apud SCUDELLER e MARTINS, 2003, p. 12), as vantagens de incluir informações em sistemas de banco de dados são inúmeras: os produtos e as perguntas são baseados diretamente nos dados originais; sintetizar informações ou responder questões necessitam de menos esforço; além da garantia da integridade dos dados e a eliminação da redundância de informações, entre outras.

Numa definição mais técnica, um banco de dados (BD) apresenta-se como uma coleção lógica e coerente de dados relacionados e que possuem um significado implícito, sendo projetado, construído e preenchido para um propósito específico e tendo um grupo definido de usuários. Além disso, esse banco de dados representa algum aspecto do mundo real como sua fonte de dados (ELMASRI e NAVATHE, 2007). Normalmente, um sistema de

gerenciamento de banco de dados (SGBD) é o responsável por construir o BD e armazenar os dados propriamente ditos em algum meio físico.

Segundo Elmasri e Navathe (2007), a interação dos usuários finais com o banco de dados se dá através de programas de aplicação, em um nível mais elevado de compreensão, utilizando-se uma linguagem de consulta. Estes programas interagem com o SGBD, que possui programas responsáveis por processar as consultas e acessar os dados armazenados, dentre outras funções. Por fim, em um nível mais baixo, encontra-se a base de dados, separada em dois arquivos distintos, um contendo a definição dos dados (metadados, que pouco se alteram) e outro contendo os dados armazenados (dados alterados a cada inserção, alteração ou remoção).

A modelagem de dados é uma técnica utilizada para a especificação das regras e das estruturas de dados e metadados de um banco de dados (HEUSER, 2009). Seu objetivo é possibilitar a apresentação de uma visão única, não redundante e resumida dos dados de uma aplicação, além de auxiliar na compreensão da estrutura e no significado dos dados.

Geralmente, o processo de modelagem é dividido em três etapas. A primeira etapa é a modelagem conceitual, que descreve a estrutura de um banco de dados de forma independente de um SGBD. Trata-se de um modelo de alto nível, próximo do modo como os usuários percebem e descrevem a estrutura dos dados. A técnica mais difundida de modelagem conceitual é a abordagem entidade relacionamento (ER). Nessa técnica, um modelo conceitual é normalmente representado através de um diagrama, chamado diagrama entidade-relacionamento (DER). Esse modelo foi proposto por Peter Chen em 1976, sendo uma maneira natural de organizar objetos físicos e abstratos baseado no fato de que a visão de uma dada realidade está no relacionamento entre entidades que retratam os fatos que governam esta mesma realidade e, tanto entidade quanto relacionamento podem possuir atributos. No DER as entidades do mundo real são identificadas, bem como seus atributos e seus relacionamentos com outras entidades. São entendidos como entidades os objetos físicos ou informações que podem ser identificados distintamente (com identidade própria) e relacionamentos são as associações entre as entidades (HEUSER, 2009).

A segunda etapa é a Modelagem Lógica, que é o resultado da conversão de um modelo conceitual para um determinado tipo de banco de dados, ou conforme Heuser (2009) é uma descrição de um banco de dados no nível de abstração visto pelo usuário do sistema gerenciador de banco de dados. É um modelo de dados representativo e está em um nível intermediário, próximo de como os dados serão implementados. O modelo Relacional

(MRel), no qual os dados são organizados em forma de tabelas, é um exemplo de modelo lógico.

A terceira etapa é a Modelagem Física, que descreve a forma como os dados são armazenados no SGBD. É um modelo de mais baixo nível, mostrando conceitos que descrevem detalhes de como os dados estão armazenados, ou seja, descreve aspectos físicos de implementação.

3 HIPÓTESES

Descrever adequadamente o objeto de estudo e a sua dinâmica no espaço e no tempo, inclusive as suas relações, é de fundamental importância para a pesquisa científica. Na pesquisa com ruminantes, onde normalmente é grande o número de elementos e, por conseguinte, é gerada uma grande quantidade de dados, a tendência é que essa quantidade continue a crescer. O desafio é, então, utilizar-se de novas metodologias capazes de processar todos esses dados e permitir o estudo completo dos mesmos. Também é importante considerar a capacidade de armazenamento e a forma de recuperação dos dados. Sistemas computacionais intuitivos favorecem a apropriação da informação pelo usuário, seja um pesquisador ou o produtor rural. Assim, as hipóteses propostas são:

- a) É possível desenvolver um banco de dados capaz de armazenar os dados gerados nos projetos de pesquisa em rede sobre sistemas de produção de ruminantes;
- b) É possível desenvolver uma ferramenta computacional com acesso via internet que, associada ao banco de dados, execute as funções de armazenar, processar e disponibilizar resultados a partir dos dados coletados.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Gerar e tornar público o acesso a indicadores técnico-econômicos e sócio-ambientais dos sistemas de produção de ruminantes.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Elaborar um banco de dados capaz de reunir as informações oriundas dos projetos de pesquisas em rede sobre sistemas de produção de ruminantes;
- b) Desenvolver uma aplicação web para o gerenciamento da base de dados que seja fácil de utilizar por pesquisadores e por produtores rurais e rápida disseminação dos resultados.

5 ESTRATÉGIA DE ESTUDO

Inicialmente fez-se um estudo para sistematizar a informação gerada pelos projetos de pesquisa. Com este procedimento foi possível conhecer as variáveis mais frequentes e importantes para a elaboração do modelo conceitual de dados. A partir desse modelo foi elaborado um diagrama de entidade-relacionamento (DER) que, por fim, resultou no modelo físico. Para manejar essa base de dados foi desenvolvido um sistema computacional em linguagem PHP e arquitetura cliente/servidor. A descrição da estrutura da base de dados é apresentada no capítulo PampaDB – base de dados, e o desenvolvimento do sistema computacional é apresentado no capítulo PampaDB – sistema web.

6 PampaDB – BASE DE DADOS

6.1 INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que os sistemas de produção de ruminantes apresentam configurações tão diversas quantas são as combinações possíveis entre os seus componentes. Bryan e Snow (2008) relatam que agroecossistemas pastoris são ambientes complexos que produzem produtos como carne, leite e lã e que para entendê-los deve-se fazer um detalhamento de seus componentes e das interações entre eles. Entretanto, os autores reconhecem que é difícil construir estudos sobre agroecossistemas devido ao elevado número de componentes, como clima, solo, plantas, animais, seres humanos (gerentes e trabalhadores), a economia e as máquinas. Solo, plantas e animais têm processos biológicos fundamentais, tais como a ciclagem de nutrientes e processos de crescimento que controlam como eles funcionam e interagem com outros componentes. Além disso, gestores devem considerar o custo/benefício no momento de implementar decisões de gestão.

Para Silveira (2002), os sistemas de produção agropecuários resultam da interação entre quatro fatores: humano, animal, vegetal e cultural. Como exemplo, um cenário possível (ou sistema de produção) seria a engorda de bovinos em uma pastagem natural no sul do Brasil. Outro seria o confinamento de bovinos no sudeste brasileiro. Em ambos, o componente animal (espécie) é o mesmo, mas o componente vegetal muda, assim como os fatores humano e cultural.

Este capítulo apresenta como foi feito o desenvolvimento do banco de dados PampaDB. Descreve a criação do modelo conceitual e o levantamento de requisitos até a sua implementação.

6.2 METODOLOGIA

O desenvolvimento da base de dados foi executado em duas etapas:

- a) Especificação do modelo conceitual de dados;
- b) Mapeamento do modelo conceitual para o modelo relacional e a implementação do banco de dados.

6.2.1 Especificação do modelo conceitual de dados

Na especificação do modelo conceitual de dados foram realizadas as atividades de levantamento de requisitos do sistema e a elaboração do diagrama entidade-relacionamento (DER).

O levantamento de requisitos diz respeito ao estudo das características e funcionalidades desejadas para o banco de dados. Esta fase envolveu, além de entrevistas com pesquisadores especialistas nas áreas de nutrição, manejo de pastagens e de animais, e em extensão rural, um amplo estudo da informação normalmente gerada pela rede de pesquisa em sistemas de produção de ruminantes, mais especificamente o banco de dados ‘Pastos e suplementos’, pertencente ao Laboratório Pastos & Suplementos, da UFSM e as teses e dissertações do Laboratório de Ecologia de Pastagens Naturais – LEPAN, também da UFSM. Além disso, os entrevistados colocaram a necessidade de o BD estar apto para receber dados de pesquisas com enfoque interdisciplinar e sistêmico dos sistemas de produção, especialmente metodologias que busquem avaliar a sustentabilidade desses sistemas (LOPEZ-RIDAURA et al., 2002).

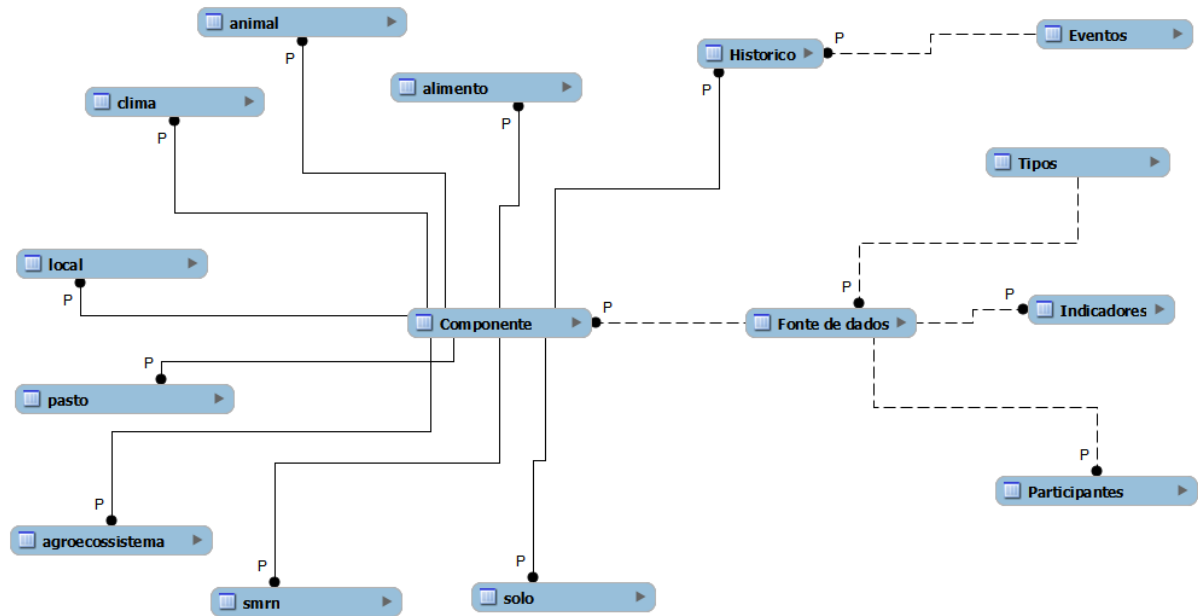
De forma resumida, foram definidos os seguintes requisitos para o banco de dados:

- a) Gerenciar as informações sobre sistemas de produção de ruminantes, tanto projetos de pesquisa, levantamentos ou unidades de produção agropecuária com seus dados originais, através de metadados que permitam contextualizá-los quanto à propriedade dos dados, período, localização (coordenadas geográficas), instituições envolvidas e a metodologia utilizada;
- b) Permitir a descrição detalhada dos principais componentes como animais (espécie, sexo, status e raça), pastos, alimentos, agroecossistemas, solo e clima;
- c) Manter histórico das informações cadastradas sobre cada componente;
- d) Gerenciar os usuários cadastrados no sistema;
- e) Gerenciar as observações/eventos sobre cada componente;
- f) Utilizar sistema de gerenciamento de banco de dados gratuito e de bom desempenho;
- g) O gerenciamento da base de dados deverá ser feita através da internet.

A modelagem de dados é a técnica utilizada para a especificação das regras e das estruturas de dados e metadados de um banco de dados (HEUSER, 2009). Seu objetivo é possibilitar a apresentação de uma visão única, não redundante e resumida dos dados de uma aplicação, além de auxiliar na compreensão da estrutura e no significado dos dados. O modelo

conceitual de dados do PampaDB foi idealizado no aplicativo de desenho de banco de dados MySQLWorkbench 5.2 CE e está apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Modelo conceitual do PampaDB.



Fonte: o próprio autor.

Ao final da sistematização as entidades identificadas foram (Figura 1):

- a) Agroecossistema – é a entidade que reúne informações do agroecossistema. Entende-se agroecossistema como um SMRN (Sistema de Manejo de Recursos Naturais) (LOPEZ-RIDAURA et al., 2002), com seus limites restritos aos limites físicos do estabelecimento agropecuário. Esses agroecossistemas possuem condições biofísicas e sistemas de produção representativos das unidades produtivas da região de estudo, conforme Corrêa (2007). Seus atributos são nome, descrição, ecossistema, clima (chave-estrangeira: FK), latitude, longitude e datas de início e fim. O atributo clima permite associar ou não um clima a este agroecossistema.
- b) Clima – é a entidade que reúne informações sobre o clima. Seus atributos são nome, fonte de dados (FK), precipitação pluviométrica total, velocidade do vento, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média e umidade relativa do ar.

- c) Animal – é a entidade que reúne informações sobre o animal. Seus atributos são nome, agroecossistema (FK), espécie (bovina ou ovina) (FK), raça (FK), sexo (FK), data de nascimento, nome do pai, nome da mãe, fase (crescimento, gestação ou lactação) (FK), local (FK), peso, escore da condição corporal, data de entrada e saída do sistema, motivo da saída e parição atual.
- d) Solo – é a entidade que reúne informações sobre o solo de um local. Seus atributos são nome, agroecossistema (FK), local (FK), tipo de solo (FK) e análise química.
- e) Alimento – é a entidade que reúne informações sobre o alimento que pode ser fornecido ao animal. Seus atributos são nome, agroecossistema (FK), tipo de alimento (suplemento ou volumoso) (FK), PB, MS, FDN, FDA, DIVMO e lignina.
- f) Pasto – é a entidade que reúne informação sobre o pasto em um local. Seus atributos são nome, tipo (natural ou cultivada) (FK), agroecossistema (FK), local (FK), datas de início/fim, massa de forragem, composição botânica, PB, MS, DIVMO, FDN, FDA, lignina, taxa de acúmulo diário, frações da planta e altura do dossel.
- g) Local – é a entidade que reúne informação sobre a área onde uma atividade é desenvolvida. Está associada com diversos componentes do sistema, como animal, pasto e solo. Seus atributos são nome, agroecossistema (FK), tipo (FK), área e datas de início/fim. O atributo tipo diz respeito ao uso da terra, podendo ser um talhão, uma área de preservação permanente (APP), uma área de reserva legal (RL), a sede do estabelecimento, uma superfície de água importante de ser registrada ou nenhuma das anteriores, sendo tipificada como outra.

As sete entidades descritas anteriormente são, em verdade, uma especialização da entidade genérica Componente (Figura 1). Esta entidade é quem identifica o componente que fará parte da fonte de dados (descrita abaixo), e seus atributos são nome, fonte de dados (FK), categoria (FK), descrição e situação. O atributo categoria diz respeito ao tipo de componente (animal, solo, alimento, SMRN, pasto, clima ou agroecossistema) e situação refere-se à possibilidade do componente estar ativo ou inativo no sistema.

Fonte de dados é a entidade responsável por dar contexto aos dados e ligar-se com todas as demais entidades relevantes do sistema. Seus atributos são título, usuário (FK), tipo (FK), situação (aberto, fechado ou publicado), datas de início/fim, resumo, palavras-chave, direitos de uso da informação, local, latitude e longitude (Figura 1). O atributo tipo refere-se às fontes de dados possíveis de armazenamento atualmente, quais sejam: projeto de pesquisa, levantamento ou unidade de produção agropecuária (UPA) e situação indica se o usuário

ainda está inserindo dados (aberto) ou se já encerrou sua edição (fechado). Publicado é quando o administrador do sistema permite que a fonte de dados fique disponível ao mecanismo de buscas do sistema.

Tratamentos é a entidade que permite registrar quais tratamentos experimentais foram estudados. Seus atributos são nome, descrição, fonte de dados (FK) e datas de início/fim. Já UE é a entidade que registra as unidades experimentais (UE). Seus atributos são nome, fonte de dados (FK), tratamento (FK), descrição e repetição. Quando a fonte de dados escolhida for um projeto de pesquisa, isso permitirá ao usuário que ele insira seus tratamentos, suas unidades experimentais e associe um componente com a respectiva unidade experimental, assim os resultados serão agrupados e apresentados por tratamento (Figura 1).

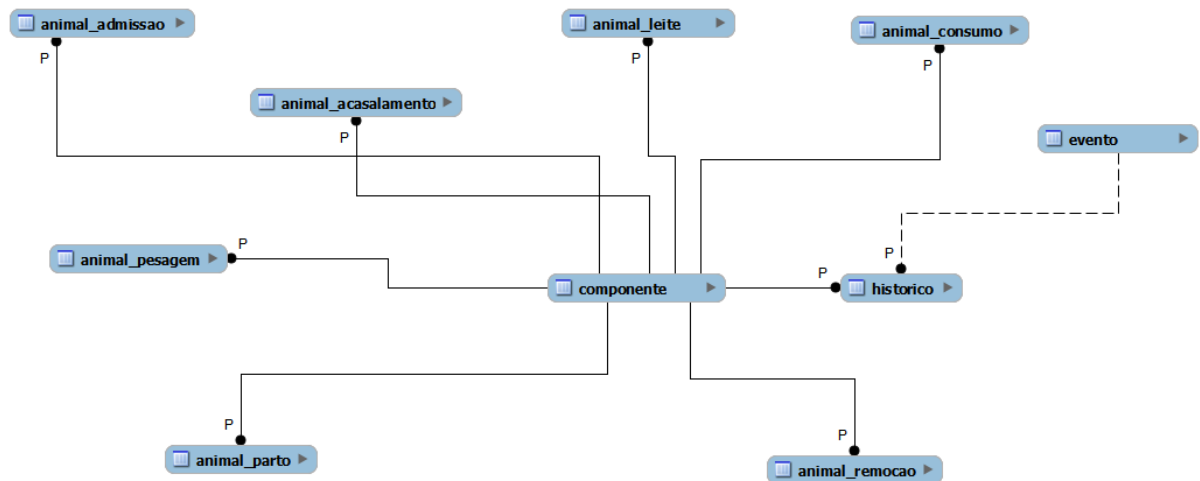
Participantes é a entidade responsável por registrar as pessoas e instituições que tenham relacionamento com a fonte de dados. Seus atributos são nome, fonte de dados (FK), papel, instituição, responsável e endereço. O atributo papel revela qual o tipo de relacionamento do participante com a fonte de dados, podendo ser: proprietário dos dados, coordenador da pesquisa, colaborador na obtenção dos dados, proprietário e coordenador ou proprietário e colaborador (Figura 1).

Histórico é a entidade responsável por fazer o controle temporal da informação guardada no BD. Seus atributos são fonte de dados (FK), componente (FK), data e um evento (FK) (Figura 1).

O valor do atributo de um componente qualquer (animal, solo, alimento, clima, agroecossistema, local ou SMRN) é alterado através da adição, alteração ou deleção de um evento. Cada componente pode registrar um ou diversos eventos (ex: remoção de animal, somente uma vez ou pesagem do animal, diversas vezes). Existem eventos para avaliar a sustentabilidade do agroecossistema pelo método MESMIS (LOPEZ-RIDAURA et al., 2002), a qualidade dos alimentos, a parte reprodutiva, de produção e de controle da admissão, movimentação e remoção dos animais, e a produção e a qualidade dos pastos, entre outros.

Na Figura 2 é apresentado o conjunto de entidades que representam os eventos disponíveis para o componente animal.

Figura 2 – Entidades que representam os eventos do componente animal.



Fonte: o próprio autor.

As entidades que podem receber eventos são descritas a seguir:

- a) Animal_admissão – é a entidade que recebe as informações quando da admissão de um animal. Seus atributos são local inicial (FK), status inicial, peso inicial, escore de condição corporal inicial e número de partos inicial;
- b) Animal_acasalamento – é a entidade que recebe as informações relativas ao acasalamento de um animal. Seus atributos são nome do macho;
- c) Animal_consumo – é a entidade que recebe as informações referentes ao alimento consumido pelo animal. Seus atributos são nome do alimento e quantidade;
- d) Animal_leite – é a entidade que recebe as informações referentes à produção de leite do animal. Seus atributos são quantidade e nome do colaborador;
- e) Animal_parto – é a entidade que recebe as informações referentes à parição do animal. Seus atributos são número de nativos e número de natimortos;
- f) Animal_pesagem - é a entidade que recebe as informações referentes à pesagem e avaliação do escore corporal do animal. Seus atributos são peso, escore da condição corporal (ECC), tempo de jejum, tipo de jejum e nome do colaborador;
- g) Animal_remoção – é a entidade que recebe informação sobre a remoção do animal. Seu atributo é motivo da remoção (FK);
- h) Animal_movimentação – é a entidade que recebe informação sobre as movimentações de animais entre dois locais. Seus atributos são animal (FK), local de origem (FK) e local de destino (FK);

- i) Alimento_qualidade – é a entidade que recebe informação sobre a qualidade do alimento. Seus atributos são MS, PB, DIVMO, FDN, FDA e lignina;
- j) Clima_diario – é a entidade que recebe informação sobre o clima. Seus atributos são temperaturas máxima e mínima, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento;
- k) Sustentabilidade – é a entidade que recebe informação sobre a sustentabilidade de um agroecossistema. Seus atributos são indicador e valor;
- l) Pasto_avaliação – é a entidade que recebe informação sobre as avaliações no pasto. Seus atributos são massa de forragem, taxa de acúmulo e altura do dossel;
- m) Pasto_qualidade – é a entidade que recebe informações sobre a qualidade da forragem. Seus atributos são PB, DIVMO, FDN, FDA e lignina.

Com relação aos eventos listados, é importante deixar claro que são aqueles que mais repetidamente apareceram na sistematização dos dados. E, devido ao desenho do banco de dados, muitos eventos podem ser adicionados para cada componente no futuro.

A estrutura de dados proposta até aqui, embora não definitiva, parece estar em sintonia com o tipo de informação que os modelos de simulação necessitam para uma simulação adequada, como por exemplo, o modelo Pampa Corte (SILVEIRA, 2009; TREVISAN et al., 2009). Estudando modelos de simulação de agroecossistemas pastoris, Bryant e Snow (2008) citam que qualquer modelo deve dispor de informação sobre o manejo adotado (uso de fertilizantes, irrigação rotação de culturas, suplementos), dos animais (espécie, genótipo, situação fisiológica, idade, doenças), o clima (temperatura máxima e mínima, insolação e precipitação pluviométrica), das plantas (espécie e cultivar) e do solo (estrutura, nutrientes, teor de água).

6.2.2 Mapeamento do modelo conceitual para o modelo relacional e a implementação do banco de dados

Aqui o DER foi aprimorado, de acordo com os requisitos e as novas observações que surgiram, e feito o seu mapeamento para o modelo relacional. O conjunto de relações resultantes foi então normalizado até a terceira forma normal (3FN) e posteriormente implementadas no sistema gerenciador de banco de dados MySQL.

6.3 CONCLUSÕES

Neste capítulo demonstrou-se que é possível desenvolver uma estrutura de dados capaz de receber grande parte da informação gerada em projetos de pesquisa sobre sistemas de produção de ruminantes.

A estrutura de dados é flexível, pois pode armazenar informação de sistemas que utilizem qualquer combinação de ovinos e bovinos de corte e de leite, alimentados em pastagens ou suplementados.

Na solução apresentada, pode-se perceber que a inserção de novos componentes pode ser feita sem grande dificuldade, simplesmente pela criação de um novo componente e seus eventos. Isso permitirá expandir o uso da estrutura de dados para outros tipos de pesquisa.

7 PampaDB – SISTEMA WEB

7.1 INTRODUÇÃO

Mesmo que um banco de dados não seja um Web site, a interface que o pesquisador utiliza para acessar aos dados armazenados no banco de dados é quase sempre um Web site. Com o aumento na quantidade de dados gerados pela pesquisa, os bancos de dados tem se tornado a ferramenta ideal para manipular tanta informação, e a melhor forma de acessá-las é através de web site amigáveis. Além disso, para Childs (2009) o único propósito para um banco de dados é apresentar os dados de forma clara e concisa. Qualquer coisa que prejudique esse objetivo é um prejuízo ao banco de dados. Qualquer um, com conhecimento básico deve estar apto a encontrar rapidamente a informação que necessita. Por fim, simplicidade é a chave para navegar pelo Web site.

O objetivo deste capítulo é apresentar a aplicação web do PampaDB, um banco de dados construído para receber dados dos projetos de pesquisa em rede sobre sistemas de produção de ruminantes. A aplicação é descrita detalhadamente, seus módulos e funcionamento.

7.2 METODOLOGIA

O protótipo de um sistema de informação foi desenvolvido para validar o banco de dados proposto e permitir acesso remoto aos dados. A arquitetura do sistema foi disposta em três camadas (MVC, model-view-control): a lógica da apresentação ('view'), a lógica do negócio ('control') e a lógica de acesso aos dados ('model'). Segundo Battisti (2003), as vantagens deste modelo são os baixos custos de disponibilização, de mudança da base de dados e de mudanças de regras de negócios, pois a aplicação no cliente não é necessária, sendo o acesso à aplicação feito através de um browser (navegador) e o acesso ao banco de dados de acordo com as regras de negócio contidas no servidor de aplicações, facilitando, também, a atualização de interface da aplicação.

A implementação do sistema (codificação em linguagem de desenvolvimento) seguiu o método em espiral e foi feita com tecnologias de protocolo aberto, sendo utilizado Ajax, jquery e javascript, mais a linguagem de programação PHP, versão 5.0, a qual permite o desenvolvimento orientado a objeto, o que favorece a criação de aplicações mais robustas e o desenvolvimento de melhores componentes de software, inclusive com o uso de frameworks

(MINETTO, 2007). Além de que o PHP é totalmente gratuito, sendo considerada como uma das melhores alternativas para desenvolvimento de aplicações para internet (NIEDERAUER, 2004).

O Netbeans IDE 7.2.1 foi usado como ambiente integrado de desenvolvimento do sistema junto com o framework Codeigniter, versão 2.1.2.

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) utilizado foi o MySQL, devido ao seu alto desempenho, robustez e ser um SGBD de licença livre. Tanto o banco de dados quanto o sistema computacional estão hospedados no servidor da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

7.2.1 Funcionamento do sistema

A aplicação web apresenta-se com uma tela de abertura (Figura 3) onde duas ações são permitidas ao visitante. Conectar-se ao sistema (usuário cadastrado) ou utilizar o módulo de buscas.

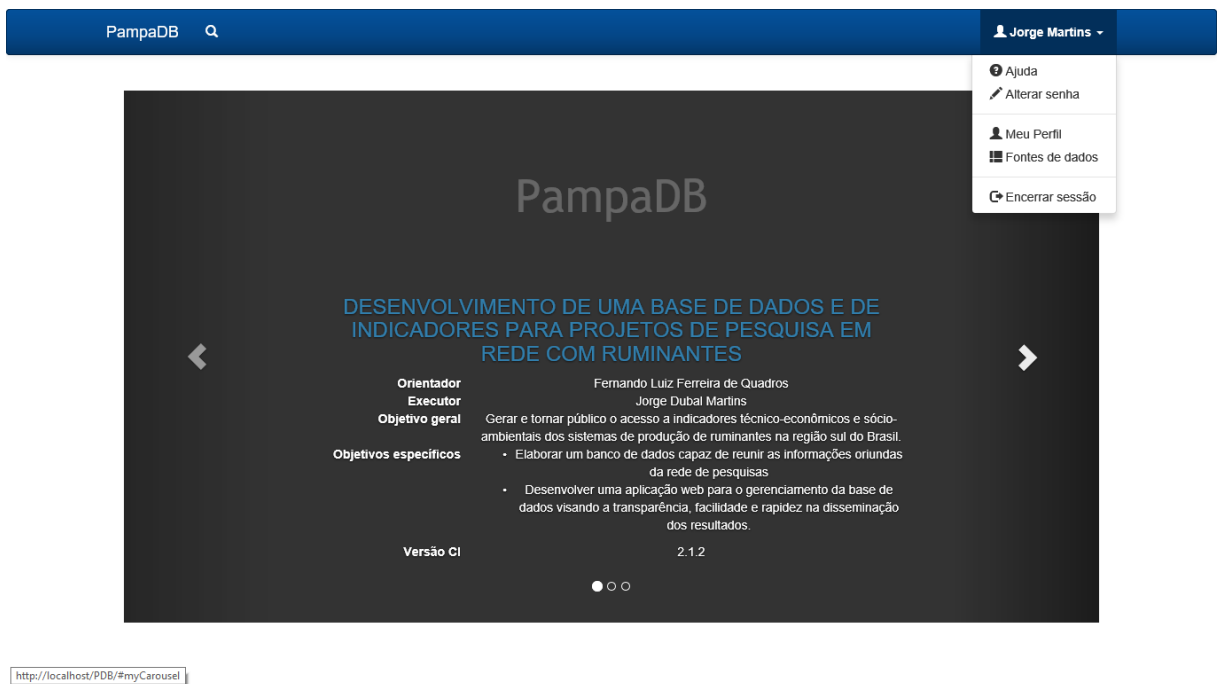
Figura 3 – Tela inicial do sistema e formulário de acesso.



Fonte: o próprio autor.

Existem dois atores que podem se conectar com o PampaDB. O administrador do sistema e o usuário registrado. O administrador do sistema é quem faz a admissão dos usuários ao sistema. O usuário pode alterar dados do seu perfil e trocar a sua senha acessando o módulo Meu Perfil e Alterar Senha, respectivamente (Figura 4).

Figura 4 – Tela do PampaDB, menu de opções do usuário cadastrado.



Fonte: o próprio autor.

A partir desse ponto, a estrutura de telas da aplicação reflete o modelo de dados do PampaDB, que inicia na criação de uma fonte de dados (Figura 5) e permite que sejam adicionadas informações referentes aos participantes, tratamentos e unidades experimentais, componentes e, finalmente, as observações.

No menu principal, ao selecionar a opção Fonte de Dados, o usuário cadastrado terá uma listagem com todas as suas fontes de dados cadastradas no sistema, o tipo e a situação das mesmas (se estão abertas, fechadas ou publicadas). Além disso, é claro, poderá criar uma nova fonte de dados. Uma fonte de dados pode armazenar informação de um sistema de produção ou de vários. Essa flexibilidade é alcançada devido aos diferentes componentes postos à disposição do usuário cadastrado que, quando combinados, permitem uma melhor representação dos sistemas em estudo.

Figura 5 – Tela do PampaDB, fonte de dados.

The screenshot shows the 'Fonte de dados' (Data Source) page in the PampaDB system. The page header includes 'PampaDB' and a search icon, and the user is logged in as 'Administrador Geral'. Below the header, there is a section titled 'Fonte de dados' with a subtitle 'Informações sobre a Fonte de dados' and a link 'Criar Fonte de dados'. A message states 'Você têm 4 fonte(s) de dado(s)'. Below this is a table listing the data sources.

Título	Situação	Tipo	Usuário
AGROECOSSISTEMAS	Aberto	Levantamento	administrator
RECRIA DE TERNEIRAS EM CAMPO NATIVO	Aberto	Projeto de Pesquisa	jorge martins
APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIARES EN EL BIOMA PAMPA: ANALISIS INICIAL	Publicado	Projeto de Pesquisa	vicente silveira
NÍVEIS DE NITROGÊNIO EM CAPIM PAPUÃ (BRACHIARIA PLANTAGINEA)...	Publicado	Projeto de Pesquisa	administrator

Fonte: o próprio autor.

Para criar uma fonte de dados, o usuário autorizado deve clicar na opção “criar fonte de dados”. A seguir será apresentado um formulário (Figura 6) para a inserção de meta-dados sobre a fonte de dados. Os campos disponíveis são:

- Título - nome dado à fonte de dados;
- Tipo - existem três tipos de fonte de dados possíveis de serem armazenadas projeto de pesquisa, levantamento ou unidade de produção agropecuária (UPA);
- Resumo - é uma descrição do conteúdo da fonte de dados. Neste campo podem ser descritos os métodos utilizados na obtenção dos dados e qualquer outra informação que o proprietário dos dados julgar interessante;
- Direitos de uso - informação se os dados são de uso livre ou se necessitam de alguma autorização;
- Localização – informação de onde foram coletados os dados e suas coordenadas geográficas;
- Datas de início e fim - as datas de início e fim são importantes, pois determinam como outros componentes vão se comportar;
- Palavras-chave - deve ser preenchido porque o módulo de buscas utiliza este campo.

Figura 6 – Tela para adicionar uma nova fonte de dados.

The screenshot shows a web interface for adding a new data source. The header includes 'PampaDB' and 'Administrador Geral'. The main content area is titled 'Novo' and 'Criando Fonte de dados'. The form contains the following fields:

- Título:** A text input field.
- Título:** A dropdown menu with 'Levamento' selected.
- Resumo:** A large text area with the placeholder text 'Resumo'.
- Palavras-chaves:** A text input field with the placeholder text 'Palavras-chaves'.
- Início:** A date input field with the value '01-01-2008'.
- Término:** A date input field with the value '23-02-2016'.
- Direitos de uso:** A text input field with the placeholder text 'Direitos de uso'.
- Local:** A text input field with the value 'Local'.
- Latitude:** A text input field with the placeholder text 'Latitude'.
- Longitude:** A text input field with the placeholder text 'Longitude'.

A blue button labeled 'Salvar Fonte de Dados' is located at the bottom right of the form. The footer of the page shows a search icon and '65%'.

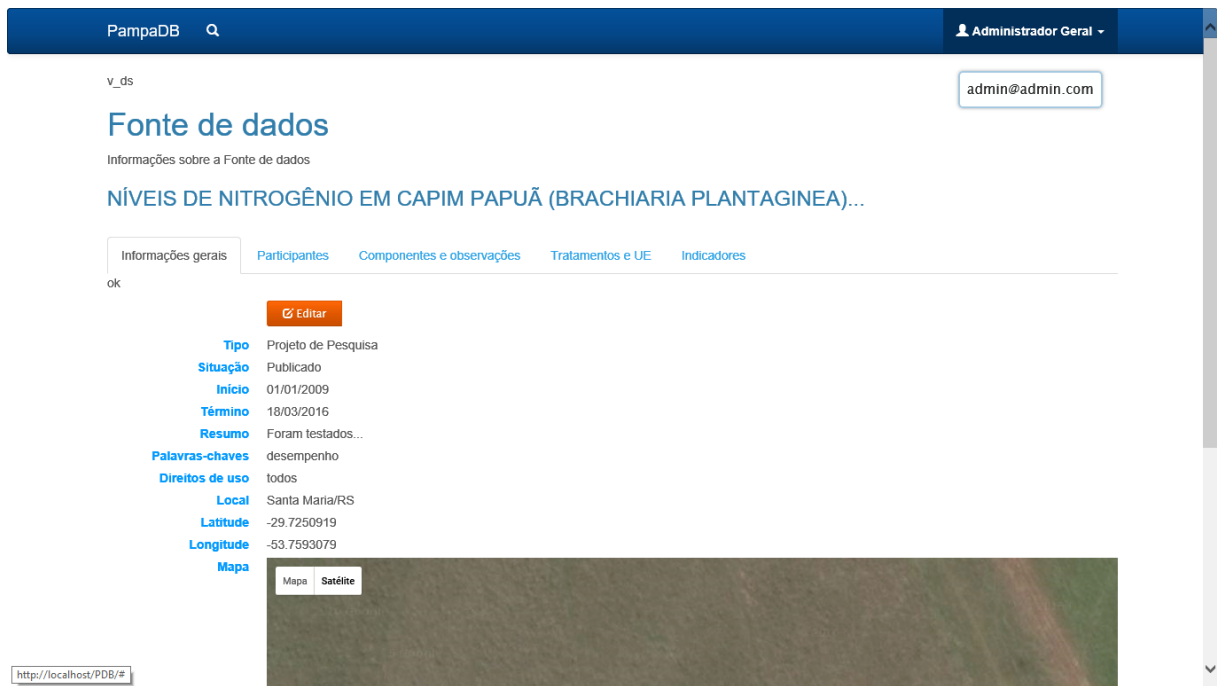
Fonte: o próprio autor.

Após salvar a informação, o usuário pode selecionar uma fonte de dados, onde um sistema de abas mostra toda a informação que pode ser inserida no sistema (Figura 7).

O módulo “Participantes” serve para inserir informação sobre pessoas ou organizações que tenham alguma ligação com os dados, tais como, quem é o proprietário dos dados e como contatá-lo. Os campos disponíveis são:

- a) Participante – nome do participante;
- b) Responsabilidade – informa qual o papel do participante com relação aos dados cadastrados (proprietário dos dados, coordenador da pesquisa, colaborador, proprietário e coordenador ou proprietário e colaborador);
- c) Organização – nome da organização;
- d) Contato – nome do contato na organização;
- e) Endereço – informação para contatar o participante.

Figura 7 – Tela do PampaDB, fonte de dados - abas.



Fonte: o próprio autor.

O módulo “Componentes e observações” é onde estão cadastrados todos os componentes da fonte de dados. Como citado anteriormente, são sete componentes e cada um pode ter diversos eventos cadastrados.

Para cadastrar um componente deve-se clicar no botão “criar componente” e selecionar o tipo de componente que se pretende criar. Alguns componentes podem estar contidos dentro de outros componentes. Como os componentes animal, pasto e solo, que estão contidos no componente local. O componente agroecossistema é um componente que pode conter outros componentes. Para que isso ocorra, deve-se criar um agroecossistema e associá-lo a todos os componentes que façam parte do mesmo, podendo ser: local (animal, pasto e solo), alimento, clima e SMRN. Dessa forma, toda a informação que for inserida para algum componente aninhado, também estará disponível ao componente de mais alto nível. Entretanto, todo o componente (local, animal, pasto, solo, alimento e SMRN) que estiver associado a um componente do tipo agroecossistema somente será visível e poderá ser usado neste agroecossistema e em nenhum outro.

Todos os eventos cadastrados para cada componente estão listados no histórico do componente (Figura 8). O componente agroecossistema, por exemplo, possui um evento que

permite registrar indicadores de sustentabilidade pelo método MESMIS (LOPEZ-RIDAURA et al., 2002).

Figura 8 – Indicadores de sustentabilidade, PampaDB.

v_ds

PampaDB Administrador Geral

Fonte de dados

Informações sobre a Fonte de dados

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIARES EN EL BIOMA PAMPA: ANALISIS INICIAL

Informações gerais Participantes Componentes e observações Tratamentos e UE Indicadores

Componentes
Você tem 1 componente(s) cadastrado(s).
GPN

Histórico
Você tem 2 evento(s) cadastrado(s).
Inserir Evento

Data	Evento/Observação	Unidade Experimental	Ação
01/10/2013	Iniciar Agroecossistema	GPN	Editar Deletar
31/03/2014	Indicadores de Sustentabilidade	GPN	Editar Deletar

Atributos

- Básico
- Unidade Experimental associada
- Indicadores de sustentabilidade

Formação (%) 13
Participação Geral (%) 17
Participação Produtiva (%) 56
QV Estrutural (%) 71
Sucessão (%) 87
Endividamento (%) 50
Origem da Renda (%) 58
Propriedade da Terra (%) 83

Fonte: o próprio autor.

No módulo “Tratamentos”, devem ser registrados os nomes dos tratamentos e suas respectivas unidades experimentais (UE). Este módulo só estará disponível para uso se o tipo da fonte de dados for um projeto de pesquisa.

Na tabela onde estão listadas as unidades experimentais deve-se clicar no botão “associar” (Figura 9), e uma lista com os componentes cadastrados ficará disponível para que se faça a associação entre a unidade experimental e um componente escolhido. Após esse procedimento, todos os resultados do componente associado serão apresentados para o tratamento que possui aquela unidade experimental (Figura 8).

Após o usuário cadastrado encerrar a inserção de dados na sua fonte de dados, ele pode mandar o sistema gerar os respectivos indicadores.

Figura 9 – Tela do PampaDB, fonte de dados e tratamentos.

v_ds

PampaDB Administrador Geral

Fonte de dados

Informações sobre a Fonte de dados

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIARES EN EL BIOMA PAMPA: ANALISIS INICIAL

Informações gerais | Participantes | Componentes e observações | **Tratamentos e UE** | Indicadores

ok

Inserir

Tratamentos Você têm 3 tratamento(s) cadastrado(s).

Nome do Tratamento	Início do Tratamento	Fim do Tratamento	Ação
1 GPN	01/10/2013	31/03/2014	Editar Deletar Inserir UE
1 GPNC	01/10/2013	31/03/2014	Editar Deletar Inserir UE
1 GPNS	01/10/2013	31/03/2014	Editar Deletar Inserir UE

Unidades Experimentais Você têm 3 unidade(s) experimental(is) cadastrada(s).

Nome da Unidade Experimental	Nome do Tratamento	Ordem da Repetição	Ação
1 GPNS	GPNS	0	Editar Deletar Associar
1 GPNC	GPNC	0	Editar Deletar Associar
1 GPN	GPN	0	Editar Deletar Associar

100%

Fonte: o próprio autor.

O indicador permite mensurar as modificações nas características de um sistema ao longo do tempo (DEPONTI et al., 2002; CARVALHO et al. 2009; CORRÊA, 2007). Isso é feito no módulo “indicadores” (Figura 9). Ao clicar no botão “atualizar indicadores”, um procedimento irá calcular/recalcular um conjunto pré-definido de indicadores com as informações da fonte de dados e armazená-los numa tabela.

Se o usuário cadastrado julgar que esses indicadores estão corretos, poderá dar por encerrada a fase de inserção de dados e passar para a próxima que é tornar a sua fonte de dados pública. Para tanto, no módulo “fontes de dados”, o usuário precisa alterar a situação de aberto para fechado da sua fonte de dados. Somente após este procedimento, o administrador do sistema poderá publicar a fonte de dados, deixando-a disponível ao módulo de buscas.

O módulo de “buscas” permite que sejam feitas pesquisas (Figura 10) na base de dados pelos campos palavra-chave, título e resumo ou em períodos de tempo específicos, de diferentes maneiras (Figura 11).

Figura 10 – Tela do PampaDB mostrando o formulário de pesquisa.

The screenshot shows the PampaDB search interface. At the top, there is a dark blue header with 'PampaDB' and a search icon on the left, and 'Administrador Geral' with a dropdown arrow on the right. Below the header is a light gray box titled 'Banco de dados' with the subtitle 'Faça buscas no Banco de Dados.' The form contains several sections:

- 'Selecione a fonte de dados:' with a dropdown menu set to 'Levantamento'.
- 'Selecione por:' with three checked checkboxes: 'Título', 'Resumo', and 'Palavra-chave'.
- 'Selecione o período:' with two date input fields: '01-01-2008' and '22-02-2016', and a 'Digite o texto:' label.
- A 'Contém' dropdown menu set to 'Contém' and a text input field containing a vertical bar '|'.
- An 'Executar a busca' button at the bottom right.

 At the bottom right of the page, there is a zoom level indicator showing '100%'.

Fonte: o próprio autor.

Figura 11 – Tela do PampaDB mostrando o resultado da busca.

The screenshot shows the PampaDB search results page. At the top, there is a dark blue header with 'PampaDB' and a search icon on the left, and 'Administrador Geral' with a dropdown arrow on the right. Below the header, the text 'v_search_result' is visible. The main content area is titled 'Banco de dados' with the subtitle 'Faça buscas no Banco de Dados.' A light blue notification bar at the top of the results area says 'Resultado! Sua busca encontrou 1 resultado(s)'. Below this, there is a main result box titled 'Projeto de pesquisa, levantamento ou UPA' containing the following information:

- Title: 'APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIARES EN EL BIOMA PAMPA: ANALISIS INICIAL'
- Grupos de Dados: Three checked checkboxes: 'GPNS', 'GPNC', and 'GPN'.
- Período: '01/01/2008 até 26/01/2016'
- Resumo: 'El objetivo de este trabajo es evaluar la sostenibilidad los sistemas familiares de producción en lo bioma Pampa em Rio Grande do Sul.'
- Palavras-chave: 'mesmis'
- A button labeled 'Clique aqui para ver mais.'

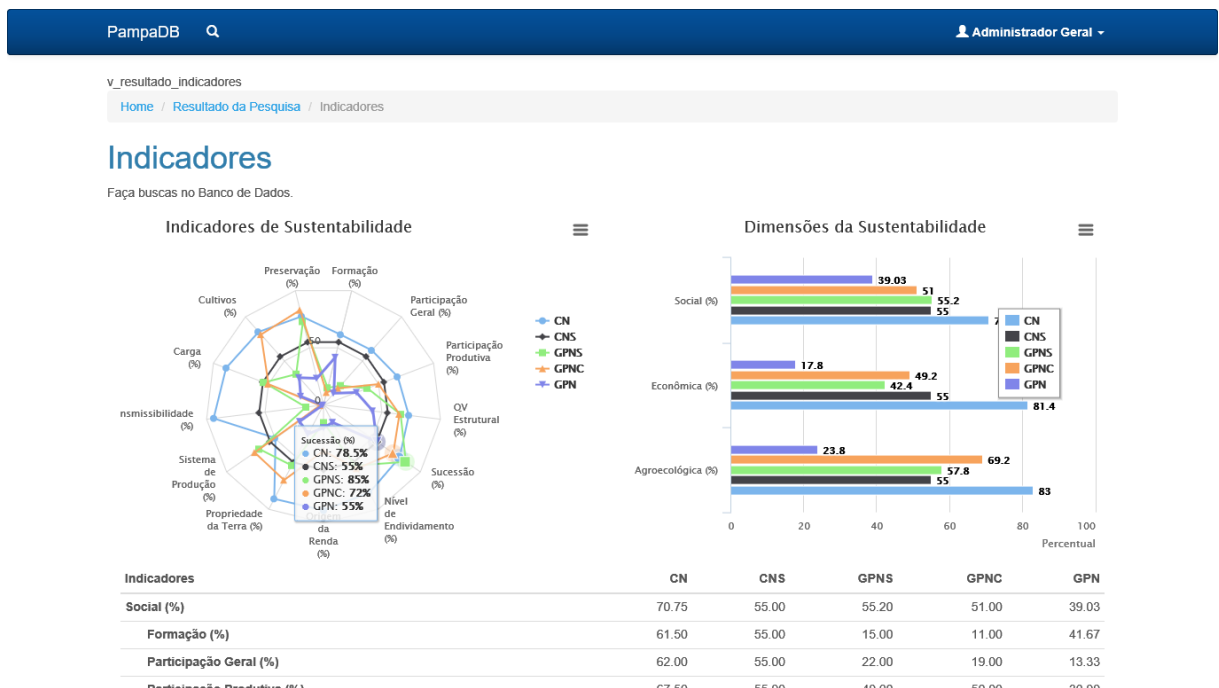
 To the right of the main result box is a 'Configuração' sidebar with a checked checkbox 'Marcar/Desmarcar todos?' and a 'Gerar Indicadores' button. At the bottom right of the page, there is a zoom level indicator showing '100%'.

Fonte: o próprio autor.

Do resultado apresentado, o usuário pode selecionar até doze (12) tratamentos ou fontes de dados que serão apresentados lado a lado. Pode, inclusive, voltar ao resultado e selecionar uma nova comparação.

Caso mande gerar o relatório com os indicadores, estes serão apresentados, tanto na forma de tabelas como na forma de gráficos (Figura 12).

Figura 12 – Tela do PampaDB mostrando os indicadores gerados.



Fonte: o próprio autor.

7.3 CONCLUSÕES

Esta ferramenta pode melhorar a organização da informação sobre sistemas de produção de ruminantes e ser um importante instrumento no auxílio à tomada de decisão, tanto para pesquisadores como para o produtor rural.

A aplicação web é de fácil utilização, intuitiva e simples, permitindo a inserção de dados de forma rápida.

O módulo de buscas permite filtrar os dados de diferentes formas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. D.; SILVEIRA, V. C. P. A metodologia sistêmica na geografia agrária: um estudo sobre a territorialização dos assentamentos rurais. In: **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, p. 125-137, 2008.
- BATTISTI, J. **Windows Server 2003: Curso Completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2003.
- BERTALANFFY, V. **Teoria geral dos sistemas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1975.
- BORBA, M. F. S. **La marginalidad como potencial para La construcción de “outro” desarrollo**: El caso de Santana da Boa Vista, Rio Grande do Sul, Brasil. 2002. 362 f. Tesis (Doctorado) – Instituto de Sociologia y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba, España, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Valor Bruto da Produção da Agropecuária**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: 25 jan. 2016.
- BRUM, M. da S.; QUADROS, F. L. F.; MARTINS, J. D.; ROSSI, G. E.; DANIEL, E.; MAIXNER, A. R.; BANDINELLI, D. G. Sistemas de alimentação para a recria de ovinos a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. *Ciência Rural*, v. 38, p. 1-12, 2007.
- BRYANT, J. R.; SNOW, V. O. Modelling pastoral farm agro-ecosystems: A review, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 51, p. 349-363, 2008.
- CASTILHOS, Z. M. S.; MACHADO, M. D.; PINTO, M. F. Produção animal com conservação da flora campestre do bioma Pampa. In: PILLAR, V. P. de; MULLER, S. C. CASTILHOS, Z. M. S.; JAQUES, A. V. A. (Ed.), **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília-DF: Ministério do meio ambiente, 2009. p.199-205.
- CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONIL, I.; MORAES, A.; LANG, C. R.; SULC, R. M.; SOUZA, E. D.; BAYER, C. Indicadores para avaliar sistemas de integração lavoura e pecuária de corte. In: SILVA, J. L. S. et al. (Eds.). *Workshop Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Bioma Pampa*, Pelotas, 2009. CD ROM.
- CHILDS, K.L. Genomic and Genetic Database Resources for the Grasses. *Plant Physiology*, v. 149, p. 132-136, 2009.
- CORRÊA, I. V. **Sustainable Indicators for Agroecosystems in Transition to Agroecology in the South Region of Rio Grande do Sul State**. 2007. 89p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 44-52, out./dez. 2002.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Fundamentals of Database Systems**. 5. ed. Addison Wesley, 2007.

HERRERO, M.; GONZÁLEZ-ESTRADA, E.; THORTON, P. K.; QUIRÓS, C.; WAITHAKA, M. M.; RUIZ, R.; HOOGENBOOM, G. IMPACT: Generic household-level databases and diagnosis tools for integrated crop-livestock systems analysis. **Agricultural Systems**, v. 92, p. 240-265. 2007.

HEUSER, C. A. **Projeto de Banco de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JONES, J. W. et al. Opportunities for systems approaches at the farm scale. In: TENG, P. S., KROPFF, M. J., ten BERGE, H. F. M., DENT, J. B., LANSIGAN, F. P., & LAAR, H. H. van (Eds.) **Application of systems approaches at the farmer and regional levels**. (pp. 1-18). Kluwer Academic Publishers. 1997.

LOPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex sócio-environmental systems. The Mesmis framework. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 135-148, 2002.

MICHENER, W. K.; BRUNT, J. W.; HELLY, J. J.; KIRCHNER, T. B.; STAFFORD, S. G. Nongeospatial metadata for the ecological sciences. **Ecological Applications**. v.7, p.330-342, 1997.

MICHENER, W. K. e JONES, M. B. Ecoinformatics: supporting ecology as data-intensive science. **Trends in Ecology and Evolution**. v.27, p.85-93, 2012.

MINETTO, E. L. **Frameworks para desenvolvimento PHP**. São Paulo: Novatec Editora, 2007.

NIEDERAUER, J. **PHP para quem conhece PHP: Recursos avançados para a criação de websites dinâmicos**. São Paulo: Novatec Editora, 2004.

NICOLOSO, C. S.; SILVEIRA, V. C. P.; QUADROS, F. L. F.; COELHO FILHO, R.C. Aplicación de La metodología Mesmis para La evaluación de sostenibilidad de los sistemas de producción familiares em El bioma Pampa: analisis inicial. AIDA, **XVI Jornadas sobre Producción Animal**, Tomo I, 123-125, 2015.

SCUDELLER, V. V.; MARTINS, F. R. Fitogeo – um banco de dados aplicado à fitogeografia. **Acta Amazônica**. v. 33, p. 9-21, 2003.

SILVEIRA, V. C. P. **Farmer integrated decision model: integration between beef cattle and Rice production in Rio Grande do Sul, Brazil**. 224f. Tesis (Philosophical Doctor in Resource Management) – University of Edinburgh, 1999.

SILVEIRA, V. C. P. A integração sócio-bioeconômica através de modelos matemáticos: uma aplicação de estudo na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO ANIMAL: MODELOS PARA A TOMADA DE DECISÕES NA PRODUÇÃO DE BOVINOS E OVINOS, 2002, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Pallotti, 2002.

TREVISAN, N. B, et al. Comparação de desempenho animal simulado no modelo pampa corte com registros experimentais. **Ciência Rural**. V.39, p.173 – 181, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma base de dados e um sistema computacional que pudessem receber a informação dos projetos de pesquisa em rede sobre sistemas de produção de ruminantes. Fato que foi alcançado.

É importante realçar outra propriedade que o sistema computacional apresenta e que é diferente de outros bancos de dados: o seu módulo de busca permite a comparação entre os resultados. Esse dinamismo permite que o sistema faça comparações instantâneas e agregue valor à ferramenta.

Nossa intenção é adicionar novas funcionalidades ao módulo de busca, criando ferramentas de análise mais robustas.

Também ficou provado que o sistema permite a inserção de dados de forma intuitiva e fácil.

Os próximos passos devem ser:

- Colocar o sistema em teste;
- Avaliar e fazer melhorias;
- Estudar formas de integrá-lo aos modelos de simulação.